

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-076518

(43)Date of publication of application : 15.03.2002

(51)Int.Cl.

H01S 5/323
H01L 21/205

(21)Application number : 2000-260722

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 30.08.2000

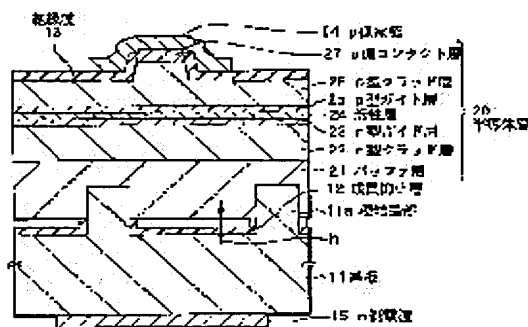
(72)Inventor : TAKEYA MOTONOBU

(54) SEMICONDUCTOR LASER, SEMICONDUCTOR DEVICE AND PRODUCTION METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor laser, a semiconductor device and a production method therefor, with which a dislocation density is reduced and the characteristics of the device can be improved.

SOLUTION: A semiconductor layer 20 composed of a nitride III-V compound semiconductor is laminated on a substrate 11 composed of n-type GaN. On the substrate 11, a projecting species crystal part 11a is formed and a growth suppressing layer 12 having an opening is provided corresponding to the species crystal part 11a. The semiconductor layer 20 is grown on the basis of the species crystal part 11a and has the lateral growing area of low dislocation density. When the current injecting area of an active layer 24 is provided corresponding to this lateral growing area, light emission efficiency can be improved. Further, when the growth suppressing layer 12 has an ability for reflecting or absorbing light generated on the semiconductor layer 20, the entrance of light leaked from the side of the substrate 11 or stray light can be prevented and the generation of noise can be suppressed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

特開2002-76518
(P2002-76518A)

(43) 公開日 平成14年3月15日 (2002.3.15)

(51) IntCl. ⁷	P I	識別記号
H01S 5/23	H01S 5/323	5 F 0 4 5
H01L 21/205	H01L 21/205	5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全10頁)

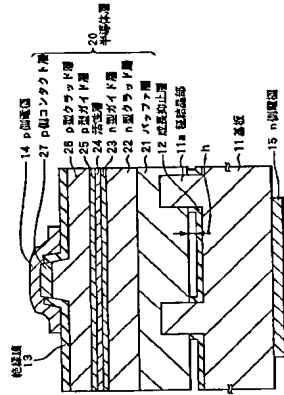
(21) 出願番号	特願2000-260722 (P2000-260722)	(71) 出願人	000002185 ソニー株式会社
(22) 出願日	平成12年8月30日 (2000.8.30)	(72) 発明者	東京都品川区北品川6丁目7番35号 竹谷 元伸 宮城県白石市白鳥三丁目3番地の2 ソニ ー白石セミコンダクタ株式会社内 (74) 代理人 10008785 井理士 藤島 洋一郎 Pターム(参考) 5F04S A04 A314 A317 A08 A312 AC19 AF04 AF14 B812 CA12 DA53 DB02 DB04 5F073 A111 A113 A445 A451 A483 CA07 DA05 DA07 DA25 DA35 EA27 EA29

(54) 【発明の名称】 半導体レーザおよび半導体素子並びにそれらの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 転位密度を低減し、素子の特性を向上させることができる半導体レーザおよび半導体素子並びにそれらの製造方法を提供する。

【解決手段】 n型GaInよりなる基板11に窒化物系III-V族化合物半導体よりなる半導体層20が形成されている。基板11には突起状の種結晶部11aが形成されると共に、種結晶部11aに対応して開口を有する成長抑制層12が設けられている。半導体層20は種結晶部11aを基礎として成長し、転位密度が低い傾斜成長領域を有している。この傾斜成長領域に対応し、活性層24の電流注入領域を設けるようにすれば、発光効率を向上させることができる。また、成長抑制層12に半導体層20で発生した光を反射または吸収する機能を付与するようにすれば、基板11側からの光の漏れおよび逆光の進入を防止することができ、ノイズの発生を抑制することができる。



8記載の半導体レーザの製造方法。

【請求項10】 窒化物系III-V族化合物よりなる基板に、突起状の種結晶部を離間させて複数形成する工程と、

基板の上に、種結晶部に対応して開口を有する成長抑制層を形成する工程と、

基板の上に、種結晶部を基礎として窒化物系III-V族化合物半導体よりなる半導体層を成長させる工程とを含むことを特徴とする半導体素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、窒化物系III-V族化合物よりなる基板と、この基板を基礎として成長させた窒化物系III-V族化合物半導体よりなる半導体層とを備えた半導体レーザおよび半導体素子並びにそれらの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 GaN, AlGaIn混晶あるいはGaInN混晶などの窒化物系III-V族化合物半導体は、直接遷移型の半導体材料であると共に、禁制帯幅が1.9 eV〜6.2 eVにわたっているという特徴を有している。従って、これらの窒化物系III-V族化合物半導体は、可視領域から紫外領域までの発光を得ることができ、半導体レーザ(laser diode; LD)あるいは発光ダイオード(light emitting diode; LED)などの半導体発光素子を構成する材料として注目されている。更に、窒化物系III-V族化合物半導体は、飽和電子速度および破壊電界が大きいため、電子素子を構成する材料としても注目されている。

【0003】 これらの半導体素子は、従来、サファイア(a-Al₂O₃)あるいは炭化ケイ素(SiC)などよりなる成長用基体の上に気相成長法を用いて窒化物系III-V族化合物半導体の層を成長させることにより製造されていた。しかし、サファイアあるいは炭化ケイ素と窒化物系III-V族化合物半導体とは格子不整合や熱膨張係数の差が大きく、窒化物系III-V族化合物半導体の層中には歪みを緩和するために転位などの格次欠陥が発生してしまっていた。このように格子欠陥が発生すると、欠陥部分が電子と正孔とが再結合しても発光しない非発光再結合の中心あるいは電流リーク箇所となってしまう。半導体素子の光学的あるいは電気的特性が損なわれてしまう。

【0004】 そこで、近年においては、窒化物系III-V族化合物よりなる基板を用いることが検討されている。この窒化物系III-V族化合物よりなる基板は、例えば、サファイアなどよりなる成長用基体の上に成長させたのち、成長用基体から分離することにより製造される。この窒化物系III-V族化合物よりなる基板を用いるようにすれば、上述した問題を解決することができると共に、サファイアの基板に比べて優れた熱伝導性

【特許請求の範囲】

【請求項1】 窒化物系III-V族化合物よりなり、突起状の種結晶部を有する基板と、

窒化物系III-V族化合物半導体よりなり、前記種結晶部を基礎として成長し、前記基板に傾斜された半導体層と、

前記基板と前記半導体層との間に設けられ、前記種結晶部に対応して開口を有する成長抑制層とを備えたことを特徴とする半導体レーザ。

【請求項2】 前記半導体層と前記成長抑制層との間に空隙を有することを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ。

【請求項3】 前記成長抑制層は、前記半導体層で発生した光を反射または吸収する機能を有することを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ。

【請求項4】 前記半導体層は、活性層を有すると共に、前記半導体層の傾斜方向とは異なる方向に成長することにより形成された傾斜成長領域を含み、前記活性層は、前記傾斜成長領域に対応して電流が注入される電流注入領域を有することを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ。

【請求項5】 前記半導体層は、前記半導体層の傾斜方向とは異なる方向に成長することにより形成された合部を含む、前記活性層は、前記傾斜成長領域のうち前記種結晶部と前記合部との間の領域に対応して電流注入領域を有することを特徴とする請求項4記載の半導体レーザ。

【請求項6】 窒化物系III-V族化合物よりなり、突起状の種結晶部を有する基板と、

窒化物系III-V族化合物半導体よりなり、前記種結晶部を基礎として成長し、前記基板に傾斜された半導体層と、

前記基板と前記半導体層との間に設けられ、前記種結晶部に対応して開口を有する成長抑制層とを備えたことを特徴とする半導体素子。

【請求項7】 窒化物系III-V族化合物よりなる基板に、突起状の種結晶部を離間させて複数形成する工程と、

基板の上に、種結晶部に対応して開口を有する成長抑制層を形成する工程と、基板の上に、種結晶部を基礎として窒化物系III-V族化合物半導体よりなる半導体層を成長させる工程とを含むことを特徴とする半導体レーザの製造方法。

【請求項8】 半導体層として少なくとも活性層を成長させると共に、活性層に電流が注入される電流注入領域を、種結晶部の傾斜領域に対応して形成することを特徴とする請求項7記載の半導体レーザの製造方法。

【請求項9】 活性層に電流が注入される電流注入領域を、種結晶部とその配列方向における傾斜領域の中心と

の間の領域に対応して形成することを特徴とする請求項

7

ため、種結晶部11aおよび会合部Bの近傍では、貫通転位 M_1 、 M_2 が伝播してしまうおそれがある。よって、発光領域に貫通転位 M_1 、 M_2 が入り込む可能性をより低くし、十分な素子特性を得るためには、種結晶部11aの活性層24側の境界面における端部Cから配列方向に ΔL_1 以上離れ、かつ会合部Bから配列方向に ΔL_2 以上離れた領域内に対応して電流注入領域を設けるようにすることが好ましい。

【0029】ちなみに、貫通転位 M_1 、 M_2 の拡がり ΔL_1 、 ΔL_2 は半導体層20の厚さsと比例関係にある。例えば、種結晶部11aの離開領域におけるパツファ層21、n型クラッド層22、n型ガイド層23、活性層24、p型ガイド層25、p型クラッド層26およびp側コンタクト層27の厚さの合計を t_1 とし、種結晶部11aの活性層24側の境界面21に対応する部分の厚さを t_2 とすると、貫通転位 M_1 の拡がり ΔL_1 は、 $\Delta L_1 = (t_1 - t_2) / 20$ と近似され、貫通転位 M_2 の拡がり ΔL_2 は、 $\Delta L_2 = t_1 / 20$ となる。

【0030】また、種結晶部11aの活性層24側の境界面における端部Cからの配列方向における距離および会合部Bからの配列方向における距離が、共に0.93 μ m以上である領域内に対応して注入領域を形成することができ、素子特性をより一層向上させることができる。GaIn結晶中の少数キャリアの拡散長は0.93 μ mであり、ここで用いる窒化物系III-V族化合物半導体の結晶中における拡散長についても同程度であると考えられるので、電流注入領域から少数キャリアが拡散する拡散領域についても転位密度を低くすることができである。更に、種結晶部11aから配列方向に $\Delta L_1 + 0.93(\mu\text{m})$ 以上離れ、かつ会合部Bからの配列方向に $\Delta L_2 + 0.93(\mu\text{m})$ 以上離れた領域内に発光領域を設けるようにすれば、更に拡散領域における転位密度を低くすることができるので好ましい。

【0031】半導体層20の上には、例えば二酸化ケイ素(SiO_2)よりなる絶縁膜13が形成されている。この絶縁膜13にはp側コンタクト層27に対応して開口が設けられており、p側コンタクト層27の上にはp側電極14が形成されている。p側電極14は、例えばパラジウム(Pd)、白金(Pt)および金(Au)が順次堆積された構造を有しており、p側コンタクト層27と電気的に接続されている。一方、基板11の他面7と電極14に接続されている。n側電極15は、例えばタンタル(Ta)およびアルミニウム(Al)を順次堆積して熱処理により合金化した構造を有しており、基板11と電気的に接続されている。

【0032】また、この半導体レーザでは、例えばp側コンタクト層27の長さ方向において対向する一方の側面が共振器端面となっており、この一方の共振器端面に

図示しない一方の反射鏡がそれぞれ形成されている。これら一方の反射鏡は、一方が低反射率となり、他方が高反射率となるようにそれぞれ調整されている。これにより、活性層24において発生した光の一方の反射鏡との間を往復して増幅され、低反射率側の反射鏡からレーザビームとして出射するようになっている。

【0033】この半導体レーザは、例えば次のようにして製造することができる。

【0034】まず、図3(A)に示したように、例えば厚さ2.50 μ mのn型GaInよりなる基板11を用いる。なお、この基板11は、図示しないが、例えば、サファイアなどよりなる成長用基体の上にハイドライド気相成長法あるいはハイドライド気相成長法により成長させたのち、成長用基体と分離することにより形成することができる。ちなみに、ハイドライド気相成長法とはハイドライド(水素化合物)が反応もしくは原料ガスに寄与する気相成長法のことであり、ハイドライド気相成長法とはハイドライド(ハロゲン化合物)が反応もしくは原料ガスの輸送に寄与する気相成長法のことである。

【0035】次いで、基板11の上(例えば【0001】面に、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法により、厚さ0.3 μ m \sim 1 μ mの窒化ケイ素(Si_3N_4)あるいは二酸化ケイ素(SiO_2)よりなるマスク層31を形成する。なお、このマスク層31は、例えば窒化ケイ素膜と二酸化ケイ素膜との積層構造としてもよい。

【0036】続いて、図3(B)に示したように、マスク層31の上に例えば厚さ2 μ m \sim 5 μ mのフォトレジスト層32を成膜し、例えば、上述した外1または外2の方向に延長された複数のストライプ状のパターンを形成する。このフォトレジスト層32およびマスク層31は、基板11を選択的にエッチングして種結晶部11aを形成するためのものである。フォトレジスト層32のパターン形成を行ったのち、図3(C)に示したように、フォトレジスト層32をマスクとして例えばウェットエッチングを行い、マスク層31を選択的に除去する。そののち、フォトレジスト層32を除去する。

【0037】フォトレジスト層32を除去したのち、図3(D)に示したように、例えばエッチングガスに塩素ガス(Cl_2)を用いた反応性イオンエッチング(Reactive Ion Etching; RIE)法により、マスク層31を利用して基板11を選択的に除去する。これにより、基板11に突状の種結晶部11aを離開させて複数形成する。

【0038】種結晶部11aを形成したのち、図4(A)に示したように、基板11の上(例えばCVD法により成長抑制層12を成膜する。成長抑制層12を成膜したのち、図4(B)に示したように、基板11の上(例えばフォトレジスト層33を塗布する。そののち、フォトレジスト層33を露光し、図4(C)に示したように、

9

種結晶部11aの離開領域に対応する部分を残して、フォトレジスト層33を選択的に除去する。その際、光量あるいは露光時間を調節することにより、フォトレジスト層33の厚厚を制御し、種結晶部11aに対する成長抑制層12の表面が露出しつつ種結晶部11aの離開領域に対応する成長抑制層12の表面は露出しない程度の厚厚、例えば1 μ m未満の厚厚でフォトレジスト層33が残るようにする。

【0039】フォトレジスト層33を選択的に除去したのち、図5(A)に示したように、フォトレジスト層33をマスクとして例えばウェットエッチングを行い、成長抑制層12を選択的に除去すると共に、マスク層31を除去する。これにより、成長抑制層12に種結晶部11aに対応させて開口を形成する。開口を形成する際には、積層の層でも説明したように、成長抑制層12が種結晶部11aに沿って根元を覆う立ち上がり部分を残すようにすることが好ましい。なお、このエッチングでは、フォトレジスト層33も一部除去されて厚さが薄くなるので、フォトレジスト層33の厚さはエッチングされる分を含めて十分な厚さとするのが好ましい。そののち、フォトレジスト層33を除去する。

【0040】フォトレジスト層33を除去したのち、図5(B)に示したように、例えば、MOCVD (Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 法により種結晶部11aを基礎としてn型GaInよりなるパツファ層21を成長させる。このとき、パツファ層21は、種結晶部11aの上面および側面から結晶成長し、積層方向に対して垂直な方向にも成長する。一定時間経過すると側面から積層方向とは異なる方向に成長した結晶同士が会合し、成長面が実質的に平坦となる。

【0041】これにより、パツファ層21のうち種結晶部11aに対応する領域には貫通転位 M_1 (図2参照)が伝播されるものの、それ以外の積層方向成長領域に対応する部分には種結晶部11aからの貫通転位 M_1 が積層方向に伝播するのではなく伝播されず、パツファ層21の貫通転位密度が低減される。

【0042】なお、パツファ層21を成長させる際には、成長速度を6 μ m/h以下とすることが好ましい。6 μ m/hよりも速く成長させると、パツファ層21の結晶軸に傾きが大きくなると共に、種結晶部11aを基礎として積層方向とは異なる方向に成長した結晶同士が会合し、成長面が平坦になるまでに長時間を要し、あるいは平坦な成長面が得られないという不具合が生じるからである。また、成長速度を4 μ m/h以下とすればより好しく、2 μ m/h以上とすれば更に好ましく、4 μ m/h以下とすれば結晶軸の傾きがより少なくなり、良好な結晶が得られるからである。小さな表面が荒れてしまうおそれがあるからである。

【0043】また、ここでは、成長抑制層12が種結晶部11aの柱元部分を覆い、種結晶部11aに沿った立

10

ち上がり部分を有しているもので、積層方向成長領域においてパツファ層21が成長抑制層12に接続して欠陥が発生し、結晶軸に傾きが生じてしまうことが防止される。成長抑制層12に立ち上がり部分が設けられれば、成長抑制層12とは異なる方向に成長した結晶同士が会合せず、実質的に平坦な面が得られ、なお、それら、種結晶部11aからの成長は、積層方向に対して垂直な方向ではなく、それよりも若干成長抑制層12側に進行する場合があるが、成長抑制層12の立ち上り部分の高さhを10nm以上とすることにより、パツファ層21と成長抑制層12との接続が効果的に防止される。

【0044】パツファ層21を成長させたのち、パツファ層21の上に、例えば、MOCVD法により、n型AlGaIn結晶よりなるn型クラッド層22、n型GaInよりなるn型ガイド層23、不純物を添加しないundoped-GaIn結晶よりなる活性層24、p型GaInよりなるp型ガイド層25、p型AlGaIn結晶よりなるp型クラッド層26およびp型GaInよりなるp側コンタクト層27を順次成長させる。

【0045】なお、MOCVDを行う際に、ガリウムの原料ガスとしては例えばトリメチルガリウム($(\text{CH}_3)_3\text{Ga}$)、アルミニウムの原料ガスとしては例えばトリメチルアルミニウム($(\text{CH}_3)_3\text{Al}$)、インジウムの原料ガスとしては例えばトリメチルインジウム($(\text{CH}_3)_3\text{In}$)、窒素の原料ガスとしては例えばアンモニア(NH_3)をそれぞれ用いる。また、ケイ素の原料ガスとしては例えばモノシラン(SiH_4)を用い、マグネシウムの原料ガスとしては例えばビスメチルロベンタジエニルマグネシウム($(\text{C}_5\text{H}_5)_2\text{Mg}$)を用いる。

【0046】p側コンタクト層27を成長させたのち、図6に示したように、p側コンタクト層27の上に図示しないマスクを形成し、このマスクを利用してp側コンタクト層27およびp型クラッド層26の一部を選択的にエッチングする。これにより、p型クラッド層26の上面およびp側コンタクト層27を細い帯状とし、電流供給部を形成する。

【0047】その際、電流供給部を種結晶部11aの離開領域に対応して設け、活性層24の電流注入領域をその領域に対応して形成するようにすることが好ましい。また、種結晶部11aの配列方向における中心部に位置する会合部Bには貫通転位 M_2 (図2参照)が存在するので、電流供給部を種結晶部11aとその離開領域の配列方向における中心との間の領域に対応して設け、活性層24の電流注入領域をその領域に形成するようにすればより好ましい。

【0048】更に、上述したように、種結晶部11aの活性層24側の境界面における端部Cから ΔL_1 だけ離れた、かつ種結晶部11aの離開領域の配列方向における

中心から ΔL_2 だけ離れた領域内に電流拡散部、すなわち活性層24の電流注入領域を設けるようにすればよい。また、種結晶部11aの端部C、および種結晶部11aの隣領域の配列方向における中心から、形成される $0.9\mu\text{m}$ 以上離れた領域内に電流拡散部を形成するようにすれば好ましく、種結晶部11aの端部Cから $\Delta L_1 + 0.9\mu\text{m}$ 以上離れた、かつ種結晶部11aの隣領域の配列方向における中心から $\Delta L_2 + 0.9\mu\text{m}$ 以上離れた領域内に形成するようにすれば更に好ましい。

【0049】電流拡散部を形成したのち、p型クラッド層26およびp側コンタクト層27の上に、例えば蒸着法により二酸化ケイ素よりなる絶縁膜13を成膜し、p側コンタクト層27に対応して開口を設け、p側コンタクト層27の表面に露出させる。そのうち、基板11の他面側に例えばp型コンタクト層27を順次蒸着し、合金化してn側電極15を形成する。また、p側コンタクト層27の表面およびその近傍に、例えばパラジウム、白金および金を順次蒸着し、p側電極14を形成する。n型電極15およびp側電極14をそれぞれ形成したのち、基板11を所定の大きさに割え、p側コンタクト層27の長さ方向において対向する一対の共振器端面に図示しない反射鏡を形成する。これにより、図1に示した半導体レーザが完成する。

【0050】この半導体レーザは次のように作用する。【0051】この半導体レーザでは、p側電極14とn側電極15との間に所定の電圧が印加されると、活性層24に電流が注入され、電子-正孔再結合により発光が起る。この光は、図示しない反射鏡により反射され、その間を往復しレーザ発振を生じ、レーザビームとして外部に射出される。ここでは、半導体層20が基板11の種結晶部11aを基礎として成長したものである。特

に、横方向成長領域に対応して活性層24の電流注入領域が設けられれば、電流注入領域の電位密度はより低くなる。よって、素子の劣化が起りにくく、寿命が延長される。

【0052】また、成長抑制層12が半導体層20（主として活性層24）において発生した光を反射したは吸収する機能を有するように構成されれば、成長抑制層12により基板11側における光の漏れが防止される。更に、半導体レーザをパッケージなどに取付け用いる場合には、射出されたレーザ光の一部はパッケージ内において反射され、逆光となった半導体レーザに戻ってくるが、成長抑制層12により基板11側から進入する逆光が低減される。よって、ノイズの発生が抑制され、出力変動などの特性が改善される。従って、低出力の半導体レーザについても安定した駆動が確保される。

【0053】このように本実施の形態によれば、基板11に突状の種結晶部11aを設けると共に、種結晶部1

1aに対応して開口を有する成長抑制層12を設け、種結晶部11aを基礎として半導体層20を成長させるようにした上で、半導体層20の電位密度を低減し、結晶性を向上させることができる。よって、電圧の印加による劣化が起りにくく、半導体レーザの寿命を延長させることができる。また、貫通配位などに起因する非発光再結合の割合を小さくすることができ、発光効率を向上させることができる。

【0054】特に、成長抑制層12に、種結晶部11aに沿って根元を覆う立ち上がり部分を設け、成長抑制層12とパッド層21との間に間隙を設けるようにした。種結晶部11aを基礎としてパッド層21を成長させる際に、パッド層21と成長抑制層12とが接触することを防止できる。よって、半導体層20における貫通配位の密度を低くすることができると共に、結晶軸の歪みを低減することができる。

【0055】また、成長抑制層12が半導体層20において発生した光を反射または吸収する機能を有するように構成すれば、基板11側から光が漏れるのを防止することができる。よって、基板11側から逆光が進入するのを防止でき、出力変動などの特性を改善することができる。従って、低出力の半導体レーザについても安定した駆動を確保することができる。

【0056】更に、横方向成長領域に対応して活性層24の電流注入領域を設けるようにすれば、発光効率をより向上させることができ、種結晶部11aと合金部Bとの間の領域に対応して電流注入領域を設けるようにすれば、発光効率を更に向上させることができる。加えて、種結晶部11aから ΔL_1 以上離れた、かつ合金部Bから ΔL_2 以上離れた領域内に対応して電流注入領域を設けるようにすれば、または、種結晶部11aおよび合金部Bからそれぞれ $0.93\mu\text{m}$ 以上から離れた領域内に対応して電流注入領域を設けるようにすれば、より高い効果を得ることができる。

【0057】以上、実施の形態を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、種々変形可能である。例えば、上記実施の形態では、複数の帯状の種結晶部11aを備える場合について説明したが、素子の大ききによっては最終的に1つしか備えない場合もある。また、種結晶部の形状は、格子状あるいは晶状などでもよい。

【0058】また、上記実施の形態では、種結晶部11aを基板11の{0001}面に設けるようにしたが、他の結晶面に設けるようにしてもよく、種結晶部11aも外1または外2に示した方向に延長させて形成するようにしたが、他の方向に延長させて形成するようにしてもよい。

【0059】更に、上記実施の形態では、サファイアな

した基板11を用いる場合について説明したが、本発明は、他の方法により作製された基板を用いる場合についても同様に適用することができる。

【0060】加えて、上記実施の形態では、マスク層31を除去した後にはパッド層21を形成するようにしたが、種結晶部11aの上のマスク層31を除去せずにパッド層21を形成するようにしてもよい。これにより、貫通配位Mがマスク層31により遮断され、種結晶部11aからの貫通配位Mの伝播が防止される。よって、パッド層21には合金に起因する貫通配位Mを除く結晶欠陥がほとんど存在せず、優れた結晶性を有する半導体層20を得ることができる。但し、パッド層21を成長させる際に、マスク層31の構成材料が不純物としてパッド層21の中に混入してしまい、半導体レーザの特性を劣化させるおそれもある。使用目的などに応じて適宜の製造方法を選択することが好ましい。

【0061】更にまた、上記実施の形態では、半導体レーザの構成について具体的に例を挙げて説明したが、本発明は、他の構造を有する半導体レーザについても同様に適用することができる。例えば、図7に示したように、パッド層21に代えて、例えばn型Ga Nよりなるn側コンタクト層41を形成し、n側電極15を基板11に対してp側電極14と同一側に設けるようにしてもよい。この場合、基板11は、n型Ga Nにより構成してもよく、不純物を添加しないGa Nにより構成するようにしてもよい。

【0062】また、例えば、n型ガイド層23およびp型ガイド層25を備えていなくてもよく、活性層24とp型ガイド層25との間に劣化防止層を備えていてもよい。更に、上記実施の形態では、利得増強型と屈折率増強型とを組み合わせたリッジ導波型の半導体レーザを例に挙げて説明したが、利得増強型の半導体レーザおよび屈折率増強型の半導体レーザについても同様に適用することができる。

【0063】加えてまた、上記実施の形態では、MOCVD法により半導体層20を成長させるようにしたが、MBE (Molecular Beam Epitaxy; 分子線エピタキシー) 法、ハイドライド気相成長法あるいはハライド気相成長法などの他の気相成長法により形成するようにしてもよい。

【0064】更にまた、上記実施の形態では、半導体素子として半導体レーザを具体例に挙げて説明したが、本発明は、発光ダイオードあるいは電界効果トランジスタなどの他の半導体素子についても適用することができる。

【0065】以上説明したように請求項1ないし請求項5のいずれか1に記載の半導体レーザまたは請求項6に記載の半導体素子によれば、突状の種結晶部11aを有

すると共に、種結晶部に対応して開口を有する成長抑制層を備え、種結晶部を基礎として半導体層を成長させるようにした上で、半導体層の電位密度を低減し、結晶性を向上させることができる。よって、素子の特性を向上させることができるという効果を奏する。

【0066】特に、請求項2記載の半導体レーザによれば、成長抑制層と半導体層との間に間隙を有するようにして、半導体層が成長する際に成長抑制層と接触し、転位などが発生してしまいうことを防止できる。よって、貫通配位の密度をより低くすることができると共に、結晶軸の歪みを低減することができるという効果を奏する。

【0067】また、請求項3記載の半導体レーザによれば、成長抑制層が半導体層において発生した光を反射または吸収する機能を有するようにしたので、基板側から光が漏れるのを防止することができると共に、基板側から逆光が進入するのを防止することができる。よって、ノイズの発生を防止でき、出力変動などの特性を改善することができる。従って、低出力の半導体レーザについても安定した駆動を確保することができるという効果を奏する。

【0068】更に、請求項4または請求項5に記載の半導体レーザによれば、横方向成長領域に対応して活性層の電流注入領域を設けるようにしたので、また、種結晶部と合金部との間の領域に対応して電流注入領域を設けるようにしたので、発光効率をより向上させることができるという効果を奏する。

【0069】加えて、請求項7ないし請求項9のいずれか1に記載の半導体レーザの製造方法または請求項10に記載の半導体素子の製造方法によれば、基板に突状の種結晶部を形成し、種結晶部に対応して開口を有する成長抑制層を形成したのち、種結晶部を基礎として半導体層を成長させるようにしたので、容易に高い結晶性を有する半導体層を製造することができ、本発明の半導体レーザおよび半導体素子を容易に製造することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態に係る半導体素子である半導体レーザの構成を表す断面図である。

【図2】図1に示した半導体レーザのパッド層における貫通配位の発生状態を表す模式図である。

【図3】図1に示した半導体レーザの製造工程を表す断面図である。

【図4】図3に続く製造工程を表す断面図である。

【図5】図4に続く製造工程を表す断面図である。

【図6】図5に続く製造工程を表す断面図である。

【図7】図1に示した半導体レーザの変形例を表す断面図である。

【符号の説明】

11…基板、11a…種結晶部、12…成長抑制層、1

